Arnaldoa 16 (1): 53 - 59, 2009 ISSN: 1815-8242

Crecimiento de *Plukenetia volubilis* L. "sacha inchi" cultivado en condiciones de invernadero

Growth of *Plukenetia volubilis* L. "sacha inchi" cultivated in greenhouse conditions

Jaime G. Espinoza-Carbajal, Jorge E. Castro-Silupú, Roberto C. Guillén-Valdiviezo
Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo - PERÚ. jgec83@hotmail.com

Resumen

Plukenetia volubilis L. "sacha inchi" es una Euphorbiaceae rica en aceites esenciales, vitaminas y proteínas. El crecimiento de las plantas es influenciado por diversos factores, entre ellos los nutrientes minerales. Dentro de los macro nutrientes, el nitrógeno, fósforo y potasio cumplen un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de la planta. Por ello, en el presente estudio, se evaluó el efecto de diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento de plantas de *P. volubilis* "sacha inchi" en condiciones de invernadero. Se utilizó la solución nutritiva de Hoagland para el control y se adicionó soluciones de NPK: 50-50-50, 50-25-50 y 25-25-25, preparadas a partir de productos comerciales: urea (46-0-0), fosfato diamónico (18-46-0) y cloruro de potasio cristalizado (0-0-60) para los tratamientos. Las aplicaciones se realizaron semanalmente durante 90 días. Los parámetros, índice de área foliar (IAF), número de hojas por planta y longitud de tallo, se evaluaron a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos. Al analizar el IAF no se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre las dosis y el control; sin embargo, en el número de hojas por planta y longitud de tallo, se encontró diferencias a partir de los 45 días, siendo la dosis 50-25-50 la que mostró los valores más altos.

Palabras clave: *Plukenetia volubilis* L., crecimiento, NPK, condiciones de invernadero.

Abstract

Plukenetia volubilis L. "sacha inchi" Euphorbiaceae is rich in essential oils, vitamins and proteins. Plant growth is influenced by several factors, such us mineral nutrients. Within the macro nutrients; nitrogen, phosphorus and potassium play a fundamental role in the growth and development of the plant. Therefore, in the present study, the effect of different doses of nitrogen, phosphorus and potassium in plant growth of *P. volubilis* "sacha inchi" was evaluated in greenhouse conditions. A Hoagland nutrient solution was used as a control and NPK solutions were added: 50-50-50, 50-25-50 and 25-25-25, those prepared from commercial products: urea (46-0-0), diammonium phosphate (18-46-0) and crystallized potassium chloride (0-0-60) which were used as a treatment. Applications were made weekly for 90 days. The parameters, leaf area index (LAI), leaf number per plant and stem length were evaluated at 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days after the commencement of the implementation of treatments. After analyzing the IAF the differences found between the doses and control were no significant ($p <0.05$), however, in respect of the number of leaf per plant and stem length differences were found from 45 days; being the dose 50 -25-50 which showed the highest values.

Key words: *Plukenetia volubilis* L., growth, NPK, greenhouse conditions.

Introducción

Plukenetia volubilis L. "sacha inchi", es una Euphorbiaceae anual, trepadora, perenne, semileñosa, voluble; nativa de la región amazónica. Puede alcanzar hasta una altura de 2 metros aproximadamente. Sus frutos son capsulas con cuatro lóbulos aristados, que albergan a una semilla por lóbulo (Manco, 2005). Se encuentra distribuida en Madre de Dios, Huánuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, Putumayo, Iquitos, Caballococha y cuenca del Ucayali (Pucallpa, Contamana y Requena) (Arévalo, 1999). Las hojas y semillas son utilizadas por los pobladores nativos en la preparación de diversos platos típicos. Algunos estudios muestran que sus semillas poseen un alto contenido de aceites (ricos en Ù3, Ù6 y Ù9), vitamina A y proteínas. Las proteínas del "sacha inchi" son completamente

digeribles, pero presentan deficiencia en el contenido de leucina y lisina (Arévalo, 1999; Krivankova, 2007). Se cultiva en diferentes tipos de suelos, preferentemente en francos y de buen drenaje, donde pueden penetrar más fácilmente sus raíces para tener un mayor acceso a los nutrientes (Arévalo, 1999; Manco, 2005).

El crecimiento de una planta, así como de sus órganos, de manera general describe una curva sigmoidea (Salisbury & Ross, 2000; Taiz & Zeiger, 1998). Entre los factores más importantes que influyen en el crecimiento vegetal se encuentran la luz, agua, CO_2 y nutrientes minerales. La variación de cualquiera de estos factores influye en la producción vegetal (Azcon, 2000). Para el normal crecimiento y desarrollo, las plantas necesitan de macro y micro nutrientes. Dentro de los macronutrientes, el nitrógeno es un elemento constituyente de muchos componentes celulares, dentro de los cuales se encuentran los aminoácidos y ácidos nucleicos integrantes clave para el crecimiento de las plantas (Taiz & Zeiger, 1998). También favorece el aumento del área foliar así como de la tasa fotosintética de la planta, y el mantenimiento del crecimiento vegetativo de los tejidos (Reigosa & Sánchez, 2004). El fósforo, cumple un rol clave en aquellas reacciones en las cuales el ATP está involucrado. La deficiencia en fósforo, ocasiona en las plantas un crecimiento lento y a menudo de aspecto achaparrado; así como el retraso en la maduración de frutos (Salisbury & Ross, 2000). El potasio, es un elemento que permanece en estado iónico en la planta y actúa en la regulación del potencial osmótico de las células vegetales. Su acumulación en la raíz crea un gradiente osmótico que permite el movimiento del agua, operando de igual modo en las hojas. También esta involucrado en el movimiento de apertura y cierre de estomas. Es por ello, que este elemento juega un papel esencial en la economía del agua de la planta. Además participa como activador de muchas enzimas involucradas en la respiración y fotosíntesis (Taiz & Zeiger, 1998).

La eficiencia de las plantas cultivadas en cuanto al rendimiento y producción puede medirse mediante el empleo de índices de crecimiento, los cuales indican la eficacia de las plantas para aprovechar los factores ambientales del lugar donde crecen y la forma como las plantas distribuyen sus asimilados (Méndez, 2004; Urzua *et al.*, 2003). Las estrategias de manejo durante el ciclo productivo de un cultivo pueden producir efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas; por ejemplo, en *Capsicum annuum* L. cv. Júpiter, se ha observado que variaciones en la densidad de plantas y la fertilización, pueden afectar su morfología. Cambios en los niveles de distancia entre las plantas producen competencia por luz, agua, CO_2, nutrientes y afectan a la arquitectura de la planta, principalmente en cuanto a la floración y cuajado (Díaz *et al.*, 1999).Una alternativa de producción sustentable es el empleo de abonos orgánicos y biofertilizantes que aportan gradualmente nutrientes al suelo y mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo incrementando la producción de los cultivos (Jara *et al.*, 2003).

Entender el proceso del crecimiento, es pieza clave para conocer el potencial y limitaciones de las plantas forrajeras en cualquier situación de manejo. En la evaluación del crecimiento existen parámetros que a menudo son pasados por alto, como es el caso del Área foliar específica (AFE), el cual es un índice del espesor y densidad de la hoja; el AFE es una de las principales variables que afectan el crecimiento de las plantas, por favorecer cambios en la razón del área foliar y en la eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno (Pérez *et al.*,2004).

Diversas formulaciones de soluciones nutritivas, han sido propuestas, la más usada es la solución de Hoagland; la cual contiene todos los elementos que la planta necesita para su crecimiento. Sin embargo, dada la diversidad de especies de interés económico en nuestro país y la variedad de suelos donde crecen, se hace necesario realizar estudios relacionados con nutrición vegetal, a fin de optimizar el rendimiento de estas especies. *Plukenetia volubilis*, en una especie con un gran potencial agroindustrial, por lo que es de vital importancia conocer sus requerimientos nutricionales, a fin de optimizar su crecimiento. Por ello, en el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento de plantas de *Plukenetia volubilis* "sacha inchi" durante los primeros meses de vida en condiciones de invernadero.

Material y Métodos

El material vegetal utilizado fueron plantas de *P. volubilis* L. "sacha inchi" obtenidas de semillas procedentes de la Estación Experimental El Provenir, del Departamento de San Martín. En base a su tamaño, las plántulas de 25 días de edad se seleccionaron para su trasplante. Éstas fueron distribuidas de manera aleatoria y equidistante en cajas de tecnoport de 70cm x 60cm x 35cm, con drenaje adecuado, conteniendo un sustrato conformado por arena de río y musgo (2:1).

Las plántulas fueron regadas con solución nutritiva de Hoagland hasta la caída de los cotiledones, procediendo luego a la aplicación de los tratamientos constituidos por la solución nutritiva de Hoagland adicionada con las diferentes dosis de N, P, K (Tabla 1).

Las soluciones de NPK fueron preparadas a partir de productos comerciales: urea (46-0-0), fosfato diamónico (18-46-0) y cloruro de potasio cristalizado (0-0-60). Estas aplicaciones fueron realizadas semanalmente durante 90 días, bajo condiciones de invernadero (25±7ÚC). Se empleó un diseño en bloques al azar. Los parámetros evaluados, en 10 plantas por tratamiento, fueron índice de área foliar (IAF), número total de hojas y longitud del tallo. Estos fueron evaluados durante 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de iniciada la aplicación de los tratamientos.

El IAF, se determinó al establecer la relación entre el área total de hojas y el área ocupada en el suelo (Mejía et al 2001). Para el número de hojas, se consideró el número total por planta (Jara et al 2003). La longitud del tallo fue medido desde el cuello de la planta hasta la yema apical (Jara et al 2003; Ramos & De Luna, 1999). Los datos fueron analizados mediante el análisis de covarianza y la comparación de medias Tukey considerándose significativo a $p<0,05$.

Tabla 1. Concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados a *P. volubilis* L. "sacha inchi" durante 90 días en condiciones de invernadero.

Tto	Soluc. de Hoagland	Nitrogeno (Urea)	Fosforo (P2O5)	Potasio (K2O)
Control	+	-	-	-
T1	+	50	50	50
T2	+	50	25	50
T3	+	25	25	25

Resultados

En el IAF evaluado quincenalmente, en *P. volubilis,* no hubieron diferencias significativas entre tratamientos ($p<0,05$). Mostrándose en el tratamiento $N_{25}P_{25}K_{25}$ el valor mas alto (IAF=0.422) y en el tratamiento $N_{50}P_{50}K_{50}$ el valor mas bajo (IAF=0.374); comparando los promedios, no se obtuvieron diferencias significativas $p<0,05$ (Tabla 2).

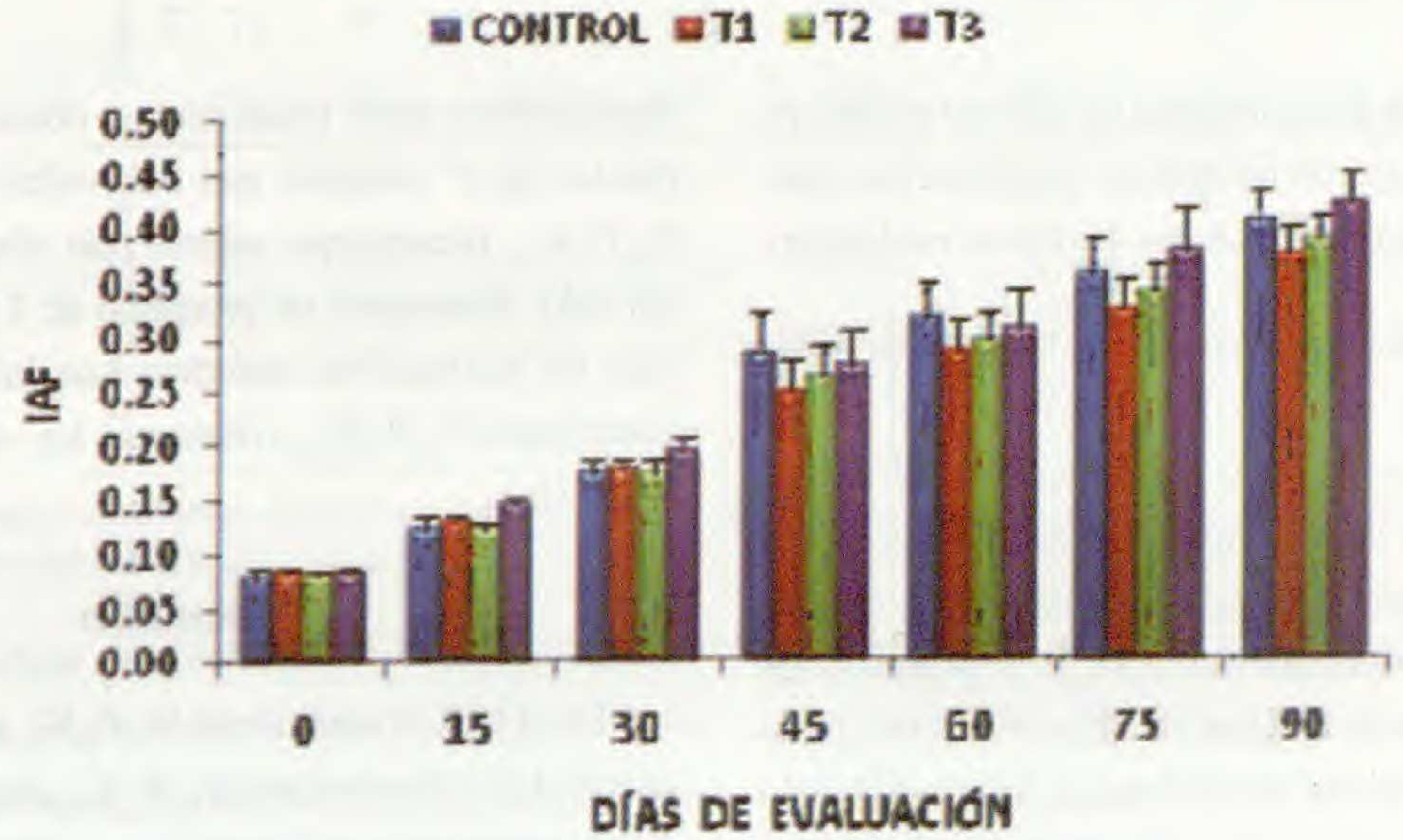

Fig. 1: Índice de Área Foliar en plantas de *P. volubilis* L. "sacha inchi", cultivadas con diferentes dosis de NPK durante 90 días en condiciones de invernadero. C= Sol. Nutrit. Hoagland; $T_1= N_{50}-P_{50}-K_{50}$; $T_2= N_{50}-P_{25}-K_{50}$; $T_3= N_{25}-P_{25}-K_{25}$. Las barras verticals representan el error estándar (n=10).

El número de hojas de *P. volubilis* evaluado a los 15 y 30 días, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, p<0,05. Mientras que, a los 45 días de tratamiento, se observaron diferencias entre los tratamientos $N_{50}P_{25}K_{50}$ y $N_{25}P_{25}K_{25}$, obteniéndose un número de hojas de 20 y 16 respectivamente. A los 60 días, en el número de hojas en plantas de *P. volubilis*, se observaron las diferencias existentes entre el tratamiento $N_{50}P_{25}K_{50}$ y el control, registrando valores de 28 y 21 respectivamente; así mismo, a los 75 días de tratamiento se obtuvo diferencias entre $N_{50}P_{25}K_{50}$ y el control, obteniéndose números de hojas de 34 y 26 correspondientemente. Mientras que, a los 90 días de tratamiento con las distintas dosis de NPK, no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, p<0,05.

En la variación del número de hojas respecto a los días de evaluación para los tratamientos C, T_1, T_2 y T_3; se alcanzó un valor de 40 hojas por planta, cuando las plantas fueron cultivadas con la dosis de $N_{50}P_{25}K_{50}$, mientras que en las plantas regadas con $N_{50}P_{50}K_{50}$, el número de hojas fue similar al control, no habiendo diferencias significativas entre ellos (Tabla 2). Las plantas del tratamiento $N_{25}P_{25}K_{25}$ tuvieron una respuesta intermedia en relación a los otros tratamientos.

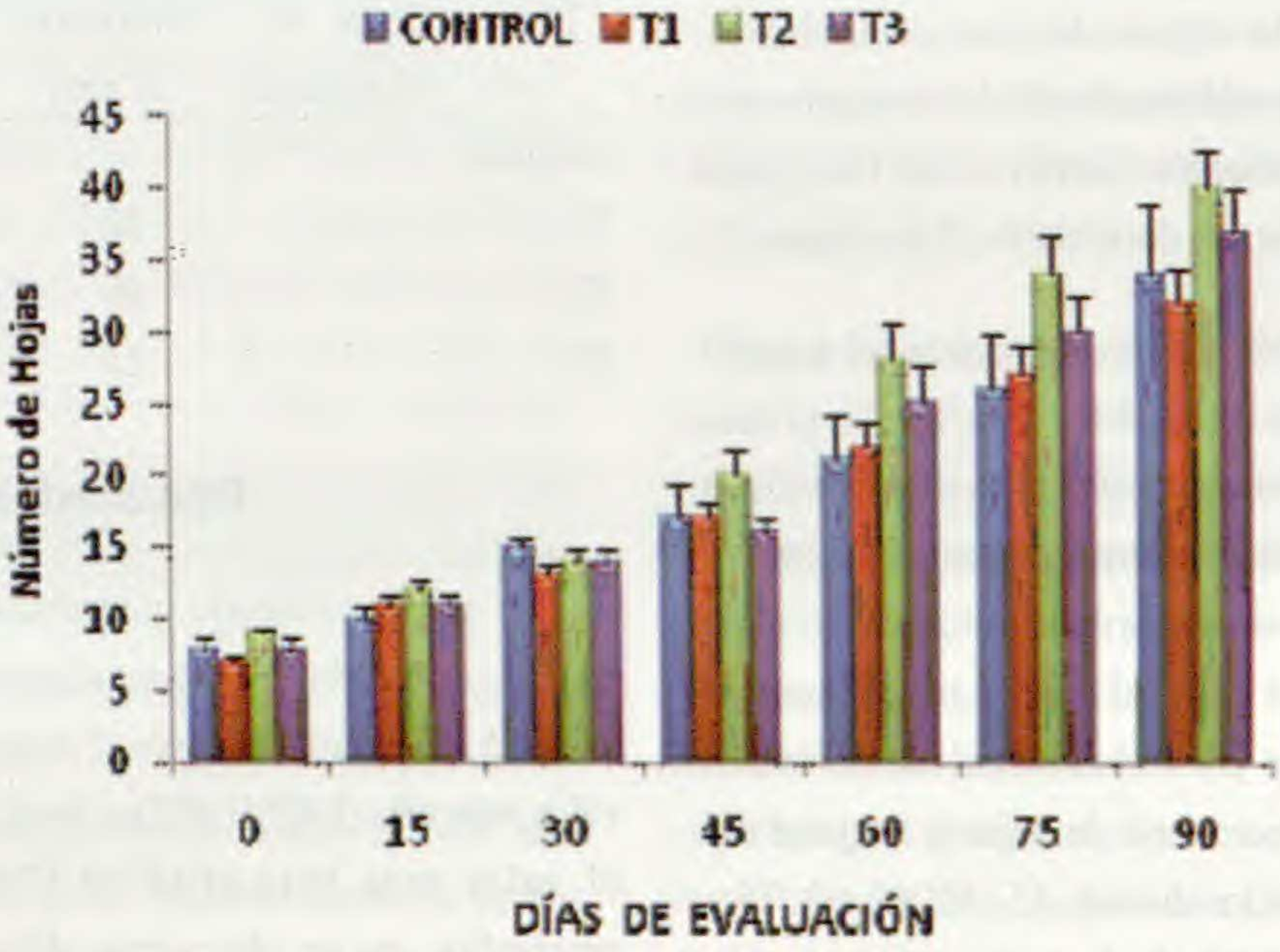

Fig. 2: Número de hojas en plantas de *P. volubilis* "sacha inchi", cultivadas con diferentes dosis de NPK por 90 días en condiciones de invernadero. C= Sol. Nutrit. Hoagland; T_1= N_{50}-P_{50}-K_{50}; T_2= N_{50}-P_{25}-K_{50}; T_3= N_{25}-P_{25}-K_{25}. Las barras verticals representan el error estándar (n=10).

En la evaluación del la longitud de tallo en plantas de *P. volubilis*, se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos (p<0,05), a partir de los 45 días de evaluación.

A los 15 y 30 días de aplicación de las dosis de NPK, no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. A los 45 días se observó diferencias significativas entre las longitudes de las plantas de los diferentes tratamientos aplicados; registrándose, que las plantas regadas con el tratamiento $N_{50}P_{25}K_{50}$ fueron las que presentaron mayor longitud de tallo (89.59cm). A los 60 días de evaluación del crecimiento en longitud de tallo en plantas de *P. volubilis*, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento $N_{50}P_{25}K_{50}$ el que presento mayor longitud (104.56cm). A los 75 y 90 días de evaluación, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, observándose que las plantas de *P. volubilis* con cultivadas con la dosis de $N_{50}P_{25}K_{50}$, presentaron valores más altos en la longitud del tallo, alcanzando un promedio de 113.55cm a los 90 días de evaluación, mientras que las plantas con el tratamiento $N_{25}P_{25}K_{25}$, mostraron los valores mas bajos (76.05 cm).

Discusión

En el IAF, el tratamiento $N_{25}P_{25}K_{25}$ presentó el mayor IAF=0.422 y el tratamiento $N_{50}P_{50}K_{50}$ el menor IAF=0.374; este comportamiento podría ser atribuido al efecto de las cantidades de NPK presentes en las soluciones nutritivas, aplicadas en nuestros tratamientos. Cuando hay un exceso de N, P y K, se puede observar un

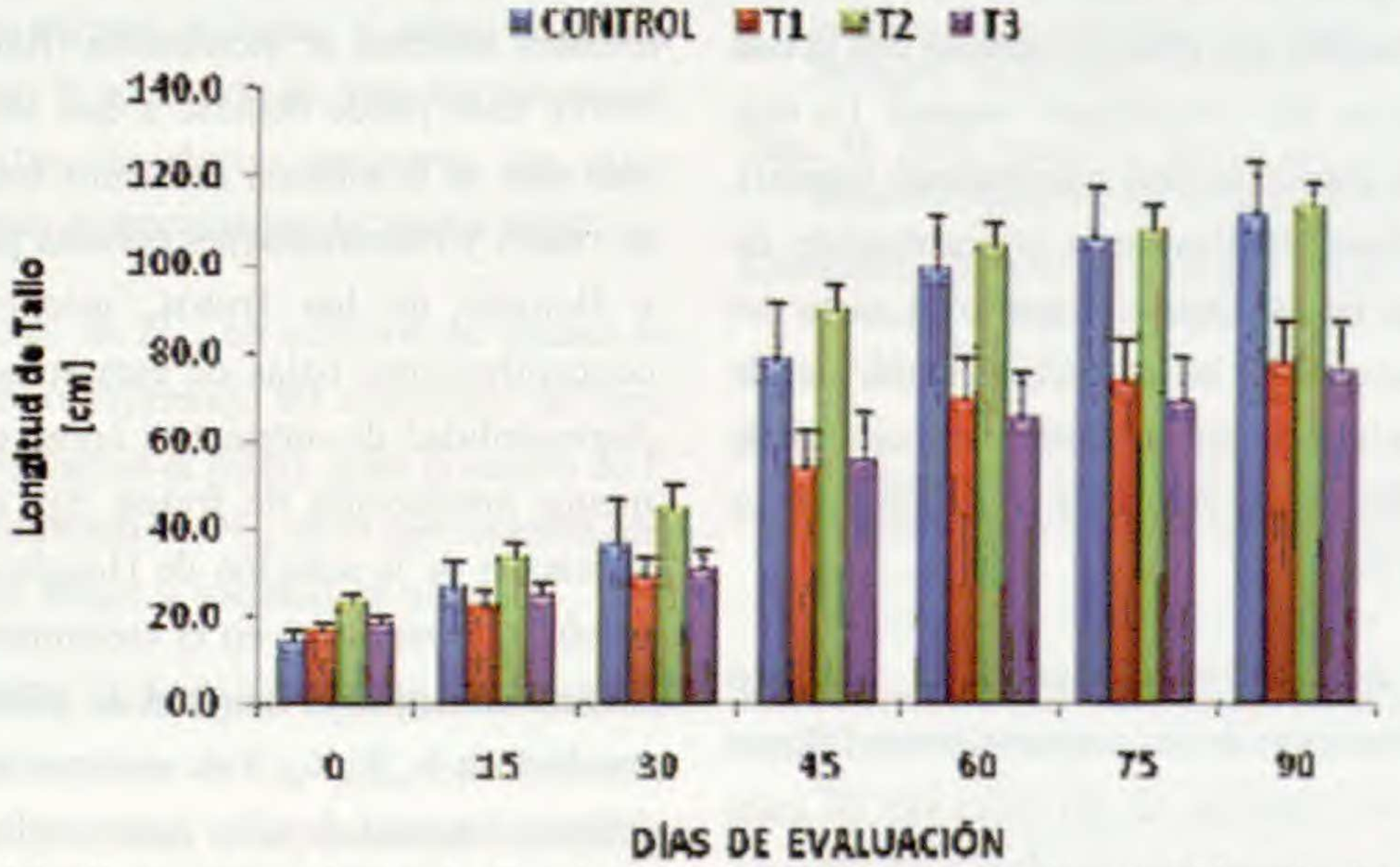

Fig. 3. Longitud del tallo (cm.) en plantas de *P. volubilis* "sacha inchi", cultivadas con diferentes dosis de NPK por 90 días en condiciones de invernadero. C = Sol. Nutrit. Hoagland; T_1= N_{50}-P_{50}-K_{50}; T_2= N_{50}-P_{25}-K_{50}; T_3= N_{25}-P_{25}-K_{25}. Las barras verticals representan el error estándar (n=10).

Tabla 2. Índice de área foliar, número de hojas y longitud del tallo en plantas de *P. volubilis* L., cultivadas con diferentes dosis de NPK durante 90 días en condiciones de invernadero.

		Días de Evaluación						
		0	15	30	45	60	75	90
IAF	C	0.076^{a}	0.122^{a}	0.174^{a}	0.284^{a}	0.314^{a}	0.357^{a}	0.405^{a}
	T_1	0.081^{a}	0.128^{a}	0.178^{a}	0.248^{a}	0.286^{a}	0.325^{a}	0.374^{a}
	T_2	0.078^{a}	0.122^{a}	0.173^{a}	0.263^{a}	0.297^{a}	0.339^{a}	0.386^{a}
	T_3	0.082^{a}	0.144^{a}	0.194^{a}	0.271^{a}	0.305^{a}	0.378^{a}	0.422^{a}
Numero de Hojas	C	8^{a}	10^{a}	15^{a}	17^{ab}	21^{a}	26^{a}	34^{a}
	T_1	7^{a}	11^{a}	13^{a}	17^{ab}	22^{ab}	27^{ab}	32^{a}
	T_2	9^{a}	12^{a}	14^{a}	20^{b}	28^{b}	34^{b}	40^{a}
	T_3	8^{a}	11^{a}	14^{a}	16^{a}	25^{ab}	30^{ab}	37^{a}
Longitud de tallo	C	14.5^{a}	26.21^{a}	36.34^{a}	78.37^{ab}	99.68^{ab}	106.24^{ab}	111.26^{ab}
	T_1	16.8^{a}	22.55^{a}	28.73^{a}	53.59^{a}	69.5^{a}	73.71^{a}	77.84^{a}
	T_2	23.18^{a}	33.43^{a}	44.96^{a}	89.59^{b}	104.56^{b}	108.24^{b}	113.55^{b}
	T_3	18.44^{a}	24.97^{a}	30.64^{a}	56.01^{a}	65.36^{a}	69.02^{a}	76.05^{a}

Letras diferentes en una columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$)
C= Sol. Nutrit. Hoagland; T_1= N_{50}-P_{50}-K_{50}; T_2= N_{50}-P_{25}-K_{50}; T_3= N_{25}-P_{25}-K_{25}

aumento en follaje, mayor desarrollo radicular o una interferencia en la absorción y disponibilidad de otros cationes, respectivamente; por el contrario, cuando hay deficiencia de P, frecuentemente se observa enanismo, mientras que con el K, debilidad en el tallo, retraso en el crecimiento por perdida de la turgencia, y mayor sensibilidad a patógenos (Cadavid, 2001).

El mayor número de hojas encontradas para *P. volubilis* parece estar influenciado principalmente por la cantidad de N que se les suministra; sin embargo, las concentraciones de P y K utilizadas estarían contribuyendo en este comportamiento, ya que estos elementos son importantes para diversos procesos metabólicos (Taiz & Zeiger, 1998). La demanda de

nutrimentos por parte de las hojas cambia durante el ciclo de vida, y muestra una relación estrecha con la tasa y las características del crecimiento vegetal. La tasa fotosintética y su expresión final (crecimiento vegetal), son altamente dependientes de la concentración de Nitrógeno en las hojas. Desde el punto de vista del diagnostico nutricional de las plantas, las hojas son de enorme utilidad. La relación entre el contenido de nutrimentos en los tejidos foliares y el rendimiento es claro (Gutiérrez, 1997).

El empleo de soluciones nutritivas, no solo proporciona información de los requerimientos básicos de cada planta, sino también, de las funciones de cada uno de los elementos presentes en la solución (Rodríguez, 2001). El N, es el principal nutriente involucrado en el crecimiento de las plantas y es absorbido en grandes cantidades. La mayor longitud del tallo observado en el $T_2 = N_{50}P_{25}K_{50}$, podría ser atribuido al N y K, ya que éstos elementos cuando son absorbidos por las raíces son traslocados primariamente a regiones que se encuentran en activo crecimiento (Taiz & Zeiger, 1998).

Manco (2006), recomienda para *P. volubilis*, aplicar Grow More 32-10-10 para un crecimiento normal cuando se le cultiva en vivero; mientras que una formulación de 10-55-10 y aplicaciones foliares de nitrógeno de 1.0-1.5 L/ha cuando se cultiva en campo definitivo. También recomienda la aplicación de 30 g de urea, 45 g. de súper fosfato triple y 30 g. de Cloruro de potasio. En nuestro trabajo se encontró que en la dosis $N_{50}P_{25}K_{50}$ las plantas de *P. volubilis* tuvieron mayor respuesta en la longitud de tallo.

El "sacha inchi" es una planta poco exigente nutricionalmente debido a que se le encuentra creciendo en diferentes tipos de suelos. Cuando se realizó una fertilización con productos comerciales tales como 75g urea, 45g Cloruro de potasio y 45g superfosfato triple de calcio, las plantas mostraron un crecimiento normal (Arévalo, 1999).

La evaluación realizada en variedades de *Capsicum annuum* L., en producción de frutos por planta, se observa que mientras las concentraciones (25%, 50%, 75% y 100%) de la solución nutritiva hidropónica de Steiner va en aumento, el rendimiento de las variedades de *C. annuum* también se incrementa (Ramos & De Luna, 1999). Esto puede deberse a que las concentraciones más altas de la solución de Steiner contienen cantidades de macro y micronutrientes optimas para el crecimiento y llenado de los frutos, mientras que en las concentraciones bajas de esta solución, hay menor disponibilidad de nutrientes; como consecuencia hay menor producción de frutos. Sin embargo, con la aplicación de la solución de Hoagland a plantas de *P. volubilis*, la respuesta en el crecimiento vegetativo (en número de hojas y longitud de tallo) fueron mayores con la dosis $N_{50}P_{25}K_{50}$. Este crecimiento, en aumento del follaje y longitud de tallo, puede atribuirse a la cantidad óptima de los macronutrientes presentes en las dosis aplicadas a las plantas de "sacha inchi", ya que éstos están involucrados principalmente en zonas de crecimiento activo. Puede decirse que, tanto la solución de Steiner (en concentraciones mayores a 25%) como la solución de Hoagland enriquecida con la dosis $N_{50}P_{25}K_{50}$ son optimas, tanto para el llenado de los frutos en *C. annuum* como para el crecimiento vegetativo de *P. volubilis* L.

En el crecimiento vegetativo de *Rubus idaeus,* se encontró que la vermicomposta (90 y 120 $g.maceta^{-1}$) incorporada al sustrato permitió una mayor respuesta en el número de hojas, altura de planta, diámetro de caña, materia seca y fresca. Además, con la aplicación de las dosis de $N_{100}P_{80}K_{80}$ (en plantas de *R. ideaus*) mostraron una mayor respuesta en los parámetros antes mencionados, dando como opción la aplicación de esta formulación (Jara et al., 2003). En tal sentido, en el cultivo de *P. volubilis* se puede recomendar la aplicación de vermicomposta en 90 y 120 $g.maceta^{-1}$, como también la aplicación de las dosis $N_{50}P_{25}K_{50}$ y $N_{25}P_{25}K_{25}$, para un mayor crecimiento vegetativo en follaje y longitud de tallo, aumentando así la tasa fotosintética de la planta y obtener un optimo rendimiento.

En el cultivo de *Manihot esculenta* (Euphorbiacea), la aplicación de las formulaciones $N_{100}P_{100}K_{100}$, $N_{100}P_{50}K_{100}$, $N_{50}P_{50}K_{50}$, tuvieron un mayor rendimiento en Kg/ha (Cadavid, 2001). Mientras que en el cultivo de *P. volubilis* la dosis de $N_{50}P_{25}K_{50}$, reflejó un mayor

crecimiento en número de hojas y altura de planta, dando como opción la aplicación de éstas formulaciones, las cuales aportan la dosis necesaria de éstos macronutrientes para el crecimiento de "sacha inchi".

Utilizando dosis de N_{40}, en cultivos de girasol se tiene un crecimiento expresado en expansión del área foliar (Díaz, 2003; Páez et al 2000). Para el cultivo de *P. volubilis,* la concentración de N_{50}, es la que muestra una mejor respuesta en follaje y longitud de planta.

Jara *et al.* (2003), recomienda la siembra de cultivos en asociación con especies de *Lupinus*, especialmente con *L. weberbauri,* por tener la capacidad de solubilizar los nutrimentos del suelo como potasio y fosforo. Esta asociación podría aplicarse para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas de *P. volubilis* "sacha inchi".

Conclusiones

Se concluye que la dosis $N_{50}P_{25}K_{50}$, aportó cantidades de NPK óptimas para el mejor crecimiento de *P. volubilis*, en la longitud de tallo y número de hojas por planta; mientras que en el índice de área foliar no se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$), después de 90 días de cultivo en condiciones de invernadero.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecen a la Blga. Sara E. León Cornejo por su apoyo incondicional en la redacción del abstract.

Referencias Bibliográficas

Arévalo, G. 1999. El Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Amazonia. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología – PRONARGEB. Estación Experimental El Porvenir. Tarapoto – San Martín.

Azcon, J. & M. Talón. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. 1° ed. Edit. McGraw Hill Interamericana. España.

Cadavid, L. F. 2001. La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción Procesamiento, Utilización y Comercialización. Cap. 5. CLAYUCA. Cali – Colombia.

Díaz, L.; A. Viloria de Z. & L. Arteaga de R. 1999. Crecimiento vegetativo del pimentón en función de la densidad de plantas y edad del cultivo. Bioagro. Venezuela. 11(2):69–73

Díaz, M. 2003. Nutrición Mineral del Cultivo de Girasol. 2do. Congreso Argentino de Girasol. AGASAIR. Modulo II.

Gutiérrez, M. 1997. Nutrición Mineral de las Plantas: Avances y Aplicaciones. Agronomía Costarricense 21(1): 127-137

Jara, E.; A. Villegas; P. Sánchez.; et al. 2003. Crecimiento vegetativo de frambuesa (*Rubus idaeus* I.) "Autumn Bliss" con la aplicación de vermicomposta asociada con lupino (*Lupinus mutabilis* sweet.). UNMSM. Rev. Perú. Biol. 10(1):44 – 52

Krivankova, B. 2007. Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*, Euphorbiaceae): a Promising Oilseed Crop from Peruvian Amazon. Utilisation of diversity in land use systems: Sustainable and organic approaches to meet human needs. Witzenhausen. Czech Republic

Manco, E. I. 2005. Cultivo de sacha inchi. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – Estación Experimental Agraria – INIEA – EEA "El Porvenir". San Martín, Perú.

Méndez, M. A.; G. A. Ligarreto; M.S. Hernández & L. M. Melgarejo. 2004. Evaluación del crecimiento y determinación de índices de cosecha e frutos de cuatro materiales de ají (*Capsicum sp*) cultivados en la Amazonia Colombiana. Agron. Colomb. 22 (1): 7-17

Mejía D.T. et al. 2001. La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción Procesamiento, Utilización y Comercialización. Cap. 3. CLAYUCA. Cali – Colombia.

Páez A.; V. Paz. & J. C. López. 2000. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Rio Grande en la época mayo –julio. Efecto del sombreado. Rev. Fac. Agron. 17:173-184. Venezuela.

Pérez, J. A.; E. García; J. Enríquez; et al. 2004. A grow analisys, specific leaf area and leaf nitrogen concentration in "mulato" grass [*Brachiaria hibrido, cv.*]. Téc. Pecu. México 42 (3): 447-458

Ramos G. & F. A. De Luna-Jiménez. 1999. Evaluación de tres variedades de Chile [*Capsicum annuum L.*] en cuatro concentraciones de una solución hidropónica bajo invernadero. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguas Calientes. Aguas Calientes Ags. México.

Reigosa, N. & A. Sánchez. 2004. La Ecofisiología Vegetal: Una Ciencia se Síntesis. Edit Thomsom. España

Rodríguez D., A. et al. 2001. Soluciones Nutritivas en Hidroponía: Formulación y nutrición mineral. La Molina. Lima – Perú.

Salisbury, F. S. & W. R. Cleon. 2000. Fisiología de las Plantas. Paraninfo – Thomson Learning. Madrid – España.

Taiz, L. & E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.